

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ РЕЕСТРА WEB-СЕРВИСОВ

В. А. НикитюкХарьковский национальный университет радиоэлектроники
просп. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина. E-mail: iyc@kture.kharkov.ua

Рассмотрены основные особенности современных информационных систем с сервис-ориентированной архитектурой. Выделена проблема управления разнородными web-сервисами таких систем и сформулирована задача усовершенствования модели реестра web-сервисов. Предложено формальное описание модели реестра. Проанализировано назначение основных агрегатов данной модели. Выделены агрегаты, модификация которых позволит решить проблему управления разнородными web-сервисами. Разработано формальное описание агрегата описаний элемента модели реестра `uddi:businessEntity` как подмножества понятий и терминов предметной области, для управления которой используется описываемый web-сервис. Разработано формальное описание агрегата описаний элемента модели реестра `uddi:businessService` как подмножество онтологий web-сервиса, понятия и термины которого описаны в том же реестре. Полученные решения позволяют решать задачу семантической интеграции web-сервисов без изменения реестров эксплуатируемых информационных систем.

Ключевые слова: web-сервис, реестр, агрегат, онтология.

УДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ РЕЄСТРУ WEB-СЕРВІСІВ

В. А. НикитюкХарківський національний університет радіоелектроніки
просп. Леніна, 14, г. Харків, 61166, Україна. E-mail: iyc@kture.kharkov.ua

Розглянуто основні особливості сучасних інформаційних систем із сервіс-орієнтованою архітектурою. Виділено проблему управління різнорідними web-сервісами подібних систем і сформульовано задачу вдосконалення моделі реєстру web-сервісів. Запропоновано формальний опис моделі реєстру web-сервісів. Проаналізовано призначення основних агрегатів моделі реєстру web-сервісів. Виділено агрегати, модифікація яких дозволить вирішити проблему управління різнорідними web-сервісами. Розроблено формальний опис агрегату опису елемента моделі реєстру `uddi:businessEntity` як підмножини понять і термінів предметної галузі, для управління якою використовується web-сервіс, що описується. Розроблено формальний опис агрегату опису елемента моделі реєстру `uddi:businessService` як підмножина онтологій web-сервісу, поняття і терміни якого описано в тому ж реєстрі. Отримані рішення дозволяють вирішувати задачу семантичної інтеграції web-сервісів без зміни реєстрів інформаційних систем, які вже експлуатуються.

Ключові слова: web-сервіс, реєстр, агрегат, онтологія.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В настоящее время информационные системы, основанные на сервис-ориентированной архитектуре (SOA-ИС), прочно заняли нишу элементов IT-инфраструктуры предприятий и организаций, чьи бизнес-процессы нестабильны или находятся в стадии совершенствования. Обязательным условием построения и внедрения архитектуры SOA-ИС является использование единой инфраструктуры описания web-сервисов (репозитория сервисов), разрешенных протоколов доступа и обмена сообщениями, форматов сообщений. Эта инфраструктура образует так называемую интеграционную шину (ИШ) (Enterprise Service Bus – ESB), являющуюся одним из центральных компонентов системы. Она устанавливает единые правила публикации web-сервисов, управления и информационного взаимодействия между приложениями различных систем, входящих в состав интегрированной системы. Это упрощает управление приложениями и их поддержку, а также снижает риск фрагментации приложений и процессов [1].

Каждая из служб взаимодействует не с остальными службами напрямую, а только с шиной. ИШ образует однородную среду информационного взаимодействия и является фундаментом для интеграции информационных систем, функционирующих в различных учреждениях и ведомствах. ИШ определяет, кем, где, каким образом и в каком порядке должны обрабатываться запросы.

Рассмотренная особенность SOA-ИС достаточно проста с точки зрения теории построения систем. Однако на практике усилия на разработку и внедрение корневых компонентов SOA-ИС, собственно и образующих ИШ, – репозитория и хранилища SOA – во многих случаях затрачиваются не настолько правильно, чтобы SOA-ИС могла функционировать успешно. Более того, руководство предприятия склонно забывать о необходимости эффективного управления данными и web-сервисами до тех пор, пока не становится слишком поздно [2]. Такое опоздание приводит к неоправданным затратам финансовых и других ресурсов на эксплуатацию отдельных сервисов SOA-ИС предприятия без возможности окупить эти затраты за счет эффекта от эксплуатации SOA-ИС в целом.

Другой, не менее важной проблемой информатизации предприятий, является уже отмеченное выше разнообразие поставщиков и решений на рынке SOA-ИС. Такое разнообразие приводит к тому, что SOA-ИС на целом ряде предприятий формируются из разнородных web-сервисов. Вследствие этого возникает интерес к решению проблемы повышения эффективности использования SOA-ИС в основной деятельности предприятия и к оптимизации затрат расходовемых при этом ресурсов различного рода.

Сказанное позволяет считать проблему управления разнородными web-сервисами в значительной степени нерешенной.

Главной отличительной особенностью решения данной задачи следует считать единый подход к описанию как множества актуальных web-сервисов, эксплуатируемых в рамках SOA-ИС до начала процесса интеграции новых сервисов, так и множества отдельных web-сервисов различных производителей, по которым принимается решение об их интеграции в SOA-ИС. Таким образом, решение проблемы управления разнородными web-сервисами SOA-ИС следует рассматривать как усовершенствование модели реестра web-сервисов путем формирования в ее рамках семантического представления множества актуальных web-сервисов, а также множества отдельных web-сервисов различных производителей, по которым принимается решение об их интеграции в SOA-ИС.

Цель работы – усовершенствование модели реестра WEB-сервисов.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Анализ существующих практических подходов к описанию реестров web-сервисов различных производителей показал, что подавляющее большинство реестров базируется на модели, зафиксированной в стандарте UDDI v. 3.0.2 [3]. Эта модель в общем случае состоит из следующих агрегатов:

а) агрегат `uddi:businessEntity` – представляет собой верхний уровень структуры данных, который содержит описательную информацию об организации и ее бизнесе; кроме того, этот элемент объединяет в себе информацию, содержащуюся в элементах `uddi:businessService` и `uddi:bindingTemplates`;

б) агрегат `uddi:businessService` – представляет собой логическое описание сервисов, представляемых экземпляром модели элемента `uddi:businessEntity`; кроме того, этот элемент объединяет в себе информацию, содержащуюся в элементе `uddi:bindingTemplates`;

в) агрегат `uddi:bindingTemplates` – представляет собой описание основных технических параметров сервиса, опубликованного в реестре;

г) агрегат `uddi:tModel` – представляет собой описание структур, спецификаций, понятий, ролей и архитектур сервиса, позволяющее сравнивать сервисы для определения их совместимости или же устанавливать ссылки на пространство имен сущностей и атрибутов данных, используемых различными сервисами;

д) агрегат `uddi:publisherAssertion` – представляет собой описание структур метаданных и спецификаций связи различных экземпляров элемента `uddi:businessEntity` между собой.

Эту модель в [4] предлагается формально описать категорией вида

$$M_{rfs} = [L_{bE}^{uddi}, L_{bS}^{uddi}, L_{bT}^{uddi}, L_{tM}^{uddi}, L_{pA}^{uddi}, F_{L_{bS}^{uddi}}^{L_{bE}^{uddi}}, F_{L_{bE}^{uddi}}^{L_{bS}^{uddi}}, F_{L_{bT}^{uddi}}^{L_{bS}^{uddi}}, F_{L_{tM}^{uddi}}^{L_{bT}^{uddi}}, F_{L_{pA}^{uddi}}^{L_{bS}^{uddi}}], \quad (1)$$

где L_{bE}^{uddi} – подкатегория, описывающая агрегат `uddi:businessEntity` модели данных стандарта UDDI; L_{bS}^{uddi} – подкатегория, описывающая агрегат

`uddi:businessService` модели данных стандарта UDDI; L_{bT}^{uddi} – подкатегория, описывающая агрегат `uddi:bindingTemplates` модели данных стандарта UDDI; L_{tM}^{uddi} – подкатегория, описывающая агрегат `uddi:tModels` модели данных стандарта UDDI; L_{pA}^{uddi} – подкатегория, описывающая дополнительный агрегат `uddi:publisherAssertion` модели данных стандарта UDDI; $F_{L_{bS}^{uddi}}^{L_{bE}^{uddi}}$ – отображение, устанавливающее иерархию подчинения вида «один – ко многим» для элементов категорий L_{bE}^{uddi} и L_{bS}^{uddi} соответственно; $F_{L_{bE}^{uddi}}^{L_{bS}^{uddi}}$ – отображение, устанавливающее иерархию подчинения вида «один – ко многим» для элементов категорий L_{bS}^{uddi} и L_{bE}^{uddi} соответственно; $F_{L_{bT}^{uddi}}^{L_{bS}^{uddi}}$ – отображение, устанавливающее иерархию подчинения вида «один – ко многим» для элементов категорий L_{bS}^{uddi} и L_{bT}^{uddi} соответственно; $F_{L_{tM}^{uddi}}^{L_{bT}^{uddi}}$ – отображение, устанавливающее иерархию подчинения вида «один – ко многим» для элементов категорий L_{bT}^{uddi} и L_{tM}^{uddi} соответственно; $F_{L_{pA}^{uddi}}^{L_{bS}^{uddi}}$ – отображение, устанавливающее иерархию подчинения вида «один – ко многим» для элементов категорий L_{bS}^{uddi} и L_{pA}^{uddi} соответственно.

В общем случае подкатегория L_{bE}^{uddi} будет иметь следующий вид:

$$L_{bE}^{uddi} = [bu\ sin\ essKey, bE_dis\ coveryURLs, bE_name, bE_description, bE_contacts, bE_identifierBag, bE_categoryBag, bE_signature, h_{bE_dis\ coveryURLs}^{bu\ sin\ essKey}, h_{bE_name}^{bu\ sin\ essKey}, h_{bE_description}^{bu\ sin\ essKey}, h_{bE_contacts}^{bu\ sin\ essKey}, h_{bE_identifierBag}^{bu\ sin\ essKey}, h_{bE_categoryBag}^{bu\ sin\ essKey}, h_{bE_signature}^{bu\ sin\ essKey}], \quad (2)$$

где *bu sin essKey* – идентификатор экземпляра элемента `uddi:businessEntity`, публикуемого в реестре web-сервисов; *bE_dis coveryURLs* – агрегат данных, представляющий собой список указателей на адреса документов или механизмов, открывающих сервисы, используемые для данного экземпляра элемента `uddi:businessEntity`; *bE_name* – агрегат данных, представляющий собой список имен данного экземпляра элемента `uddi:businessEntity`; *bE_description* – агрегат данных, представляющий собой список описаний данного экземпляра элемента `uddi:businessEntity`; *bE_contacts* – агрегат данных, представляющий собой список сведений для осуществления контактов либо с конкретными

людьми, имеющими отношение к данному экземпляру элемента `uddi:businessEntity`, либо же с людьми, должности которых указывают на непосредственное участие в данном экземпляре элемента `uddi:businessEntity`; `bE_identifierBag` – агрегат данных, представляющий собой список идентификаторов данного экземпляра элемента `uddi:businessEntity`, отличных от `bu sin essKey` и используемых в других системах, в которых может требоваться идентификация бизнес-сущностей; `bE_categoryBag` – агрегат данных, представляющий собой совокупность структур данных, позволяющих классифицировать данный экземпляр элемента `uddi:businessEntity` с помощью существующих систем классификации аспектов бизнеса; `bE_signature` – агрегат данных, представляющий собой список цифровых подписей, удостоверяющих подлинность и достоверность данного экземпляра элемента `uddi:businessEntity`; $h_{bE_discoveryURLs}^{bu\ sin\ essKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром объекта `bu sin essKey` подкатегории L_{bE}^{uddi} и дочерними экземплярами объекта `bE_discoveryURLs` подкатегории L_{bE}^{uddi} , мощность этой связи находится в диапазоне $[0; \infty]$; $h_{bE_name}^{bu\ sin\ essKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром объекта `bu sin essKey` подкатегории L_{bE}^{uddi} и дочерними экземплярами объекта `bE_name` подкатегории L_{bE}^{uddi} , мощность этой связи находится в диапазоне $[1; \infty]$; $h_{bE_description}^{bu\ sin\ essKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром объекта `bu sin essKey` подкатегории L_{bE}^{uddi} и дочерними экземплярами объекта `bE_description` подкатегории L_{bE}^{uddi} , мощность этой связи находится в диапазоне $[0; \infty]$; $h_{bE_contacts}^{bu\ sin\ essKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром объекта `bu sin essKey` подкатегории L_{bE}^{uddi} и дочерними экземплярами объекта `bE_contacts` подкатегории L_{bE}^{uddi} , мощность этой связи находится в диапазоне $[0; \infty]$; $h_{bE_identifierBag}^{bu\ sin\ essKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром объекта `bu sin essKey` подкатегории L_{bE}^{uddi} и дочерними экземплярами объекта `bE_identifierBag` подкатегории L_{bE}^{uddi} , мощность этой связи находится в диапазоне $[0; \infty]$; $h_{bE_categoryBag}^{bu\ sin\ essKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром

– ко многим» между родительским экземпляром объекта `bu sin essKey` подкатегории L_{bE}^{uddi} и дочерними экземплярами объекта `bE_categoryBag` подкатегории L_{bE}^{uddi} , мощность этой связи находится в диапазоне $[0; \infty]$; $h_{bE_signature}^{bu\ sin\ essKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром объекта `bu sin essKey` подкатегории L_{bE}^{uddi} и дочерними экземплярами объекта `bE_signature` подкатегории L_{bE}^{uddi} , мощность этой связи находится в диапазоне $[0; \infty]$.

В общем случае подкатегория L_{bS}^{uddi} будет иметь следующий вид:

$$L_{bS}^{uddi} = [serviceKey, bS_name, bS_description, bS_categoryBag, bS_signature, h_{bS_name}^{serviceKey}, h_{bS_description}^{serviceKey}, h_{bS_categoryBag}^{serviceKey}, h_{bS_signature}^{serviceKey}] \quad (3)$$

где `serviceKey` – идентификатор экземпляра элемента `uddi:businessService`, публикуемого в реестре web-сервисов; `bS_name` – агрегат данных, представляющий собой список имен данного экземпляра элемента `uddi:businessService`; `bS_description` – агрегат данных, представляющий собой список описаний данного экземпляра элемента `uddi:businessService`; `bS_categoryBag` – агрегат данных, представляющий собой совокупность структур данных, позволяющих классифицировать данный экземпляр элемента `uddi:businessService` с помощью существующих систем классификации аспектов бизнеса; `bS_signature` – агрегат данных, представляющий собой список цифровых подписей, удостоверяющих подлинность и достоверность данного экземпляра элемента `uddi:businessService`; $h_{bS_name}^{serviceKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром объекта `serviceKey` подкатегории L_{bS}^{uddi} и дочерними экземплярами объекта `bS_name` подкатегории L_{bS}^{uddi} , мощность этой связи находится в диапазоне $[0; \infty]$; $h_{bS_description}^{serviceKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром объекта `serviceKey` подкатегории L_{bS}^{uddi} и дочерними экземплярами объекта `bS_description` подкатегории L_{bS}^{uddi} , мощность этой связи находится в диапазоне $[0; \infty]$; $h_{bS_categoryBag}^{serviceKey}$ – коконус морфизмов, устанавливающий иерархическую связь вида «один – ко многим» между родительским экземпляром объекта `serviceKey` подкатегории L_{bS}^{uddi} и до-

черними екземплярами об'єкта $bS_categoryBag$ підкатегорії L_{bS}^{uddi} , потужність цієї зв'язи знаходиться в діапазоні $[0; \infty]$; $h_{bS_signature}^{serviceKey}$ – коконус морфізмів, устанавлюючий ієрархічну зв'язь виду «один – ко многим» между родителським екземпляром об'єкта $serviceKey$ підкатегорії L_{bS}^{uddi} и дочерними екземплярами об'єкта $bS_signature$ підкатегорії L_{bS}^{uddi} , потужність цієї зв'язи знаходиться в діапазоні $[0; \infty]$.

Агрегати `uddi:bindingTemplates` и `uddi:tModel` не имеют прямого отношения к особенностям предметной области, определяющим семантику сервисов. Поэтому в данной работе в дальнейшем структура и содержание этих элементов считаются полностью соответствующими стандарту UDDI v. 3.0.2 и подробно рассматриваться не будут.

В общем случае подкатегория L_{pA}^{uddi} будет иметь следующий вид:

$$L_{pA}^{uddi} = [pa_fromKey, pa_toKey, (\Phi_{pA_keyed\ Reference})], \quad (4)$$

где $pa_fromKey$ – идентификатор экземпляра агрегата `uddi:businessEntity`, от которого передаются данные, полученные в результате выполнения web-сервиса как экземпляра агрегата `uddi:businessService`; pa_toKey – идентификатор экземпляра агрегата `uddi:businessEntity`, которому передаются данные, полученные в результате выполнения web-сервиса как экземпляра агрегата `uddi:businessService`; $(\Phi_{pA_keyed\ Reference})$ – множество морфізмів, каждый элемент которого описывает связь между двумя экземплярами агрегата `uddi:businessEntity` следующим образом:

$$\Phi_{pA_keyed\ Reference} = (tModelKey, KeyName, KeyValue), \quad (5)$$

$tModelKey$ – идентификатор параметра, значение которого передается между двумя экземплярами агрегата `uddi:businessEntity` web-сервисом, описанным как конкретный экземпляр агрегата `uddi:businessService`; $KeyName$ – наименование параметра, значение которого передается между двумя экземплярами агрегата `uddi:businessEntity` web-сервисом, описанным как конкретный экземпляр агрегата `uddi:businessService`; $KeyValue$ – значение параметра, которое передается между двумя экземплярами агрегата `uddi:businessEntity` web-сервисом, описанным как конкретный экземпляр агрегата `uddi:businessService`.

Анализ особенностей описания указанных элементов модели стандарта UDDI v. 3.0.2 показывает, что в данной модели хранение структурированных описаний семантики отдельных сервисов не предусмотрено [3]. Поэтому в данной работе предлагается усовершенствовать модель данных UDDI, используя

разработанный ранее комплекс моделей семантического представления сервиса [5]. Основой для модификации следует выбрать агрегаты $bE_description$ и $bS_description$. Данные агрегаты, как следует из стандарта UDDI [3], не являются обязательными при описании экземпляров агрегатов `uddi:businessEntity` и `uddi:businessService`, а их значения могут определяться создателями web-сервисов или же специалистами по внедрению и эксплуатации web-сервисов в рамках SOA-ИС.

Агрегат $bE_description$ должен описывать подмножество понятий и терминов предметной области, для управления которой используются web-сервисы из множества актуальных web-сервисов, отдельных web-сервисов, поступивших в SOA-ИС, а также измененного множества актуальных web-сервисов. Это подмножество понятий и терминов предметной области может быть представлено как множество древовидных графов G_{Conc} и связей между отдельными вершинами различных экземпляров графов G_{Conc} [5]. Тогда агрегат $bE_description$, описывающий понятие или термин предметной области C_j , можно представить как кортеж следующего вида:

$$bE_description(C_j) = \langle Id_C_j, Name_C_j, Description_C_j, (R_{C_k}^{C_j}), (\Phi_{C_k}^{C_j}) \rangle, \quad (6)$$

где $bE_description(C_j)$ – модель агрегата $bE_description$, используемая для формализованного описания какого-либо понятия или термина предметной области C_j , для управления которой используются или предполагается использовать web-сервисы; Id_C_j – атрибут «идентификатор понятия C_j »; $Name_C_j$ – атрибут «наименование понятия C_j »; $Description_C_j$ – атрибут «описание понятия C_j »; $(R_{C_k}^{C_j})$ – множество кортежей атрибутов, устанавлюющих факт существования понятия или термина C_k , являющегося родительским для понятия или термина C_j , каждый элемент которого имеет вид:

$$R_{C_k}^{C_j} = \langle Id_R, Id_C_j, Id_C_k \rangle, \quad (7)$$

де Id_R – идентификатор связи наследования, существующей между родительским понятием или термином C_k и дочерним понятием или термином C_j ; Id_C_k – атрибут «идентификатор понятия C_k », являющегося родительским для понятия или термина C_j ; $(\Phi_{C_m}^{C_j})$ – множество кортежей атрибутов, устанавлюющих факт тождественности понятия или термина C_j и понятия или термина C_m , каждый элемент которого имеет вид:

$$\varphi_{C_m}^{C_j} = \langle Id_{\varphi}, Id_{C_j}, Id_{C_m}, (R_{im}) \rangle, \quad (8)$$

Id_{φ} – ідентифікатор мономорфізму, установлюючого тождественность поняття или термина C_j и поняття или термина C_m ; Id_{C_m} – атрибут «ідентифікатор поняття» C_m , являющегося тождественным поняттю или термину C_j ; (R_{im}) – множество связей, описанных кортежами (3), в которых участвуют понятия или термины C_j и C_m .

Условия существования экземпляров кортежа (7) рассмотрены в [5].

Тогда в соответствии с теоретико-множественной моделью сервиса, предложенной автором в [6], агрегат $bE_description$, используемый для описания любого отдельного web-сервиса s_i будет иметь следующий вид:

$$bE_description(s_i) = (\bigcup_j \langle Id_{C_{ij}^r}, Name_{C_{ij}^r}, Description_{C_{ij}^r}, (R_{C_{ik}^r}, (\varphi_{C_{im}^r})) \rangle) + (\bigcup_p \langle Id_{C_{ip}^t}, Name_{C_{ip}^t}, Description_{C_{ip}^t}, (R_{C_{ik}^t}, (\varphi_{C_{im}^t})) \rangle), \quad (9)$$

где $bE_description(s_i)$ – модель агрегата $bE_description$ в модели отдельного web-сервиса s_i .

Выражения (6)–(8) позволяют рассматривать агрегат $bE_description$ для реестра и измененного реестра множества актуальных web-сервисов SOA-ИС как результат выполнения операции объединения агрегатов $bE_description(C_j)$ для всех web-сервисов, эксплуатируемых в рамках SOA-ИС. Этот результат может быть описан для реестра множества актуальных web-сервисов выражением

$$bE_description(M_R) = \bigcup_i (\bigcup_j \langle Id_{C_{ij}^r}, Name_{C_{ij}^r}, Description_{C_{ij}^r}, (R_{C_{ik}^r}, (\varphi_{C_{im}^r})) \rangle) + \bigcup_p \langle Id_{C_{ip}^t}, Name_{C_{ip}^t}, Description_{C_{ip}^t}, (R_{C_{ik}^t}, (\varphi_{C_{im}^t})) \rangle, \quad (10)$$

$i = \overline{1, n}$,

а для реестра измененного множества актуальных web-сервисов SOA-ИС выражением

$$bE_description(M_{R'}) = \bigcup_i (\bigcup_j \langle Id_{C_{ij}^r}, Name_{C_{ij}^r}, Description_{C_{ij}^r}, (R_{C_{ik}^r}, (\varphi_{C_{im}^r})) \rangle) + \bigcup_p \langle Id_{C_{ip}^t}, Name_{C_{ip}^t}, Description_{C_{ip}^t}, (R_{C_{ik}^t}, (\varphi_{C_{im}^t})) \rangle, \quad (11)$$

$i = \overline{1, z}$,

где $bE_description(M_R)$ – модель агрегата $bE_description$ в модели реестра множества актуальных web-сервисов SOA-ИС; n – количество актуальных web-сервисов, описания которых присутствуют в реестре до начала операций интеграции; $bE_description(M_{R'})$ – модель агрегата $bE_description$ в модели реестра измененного множества актуальных web-сервисов SOA-ИС по результатам выполнения операций интеграции; z – количество web-сервисов, описания которых присутствуют в реестре измененного множества актуальных web-сервисов.

В соответствии с комплексом моделей семантического представления сервисов, рассмотренном в [5], агрегат $bS_description$ должен описывать подмножество онтологий описываемых в реестре web-сервисов, используемых для управления предметной областью, понятия и термины которой описаны в том же реестре агрегатом $bE_description$. Это подмножество онтологий в общем случае будет являться подкатегорией категории L_{Ont} и может быть представлено как множество древовидных графов G_{Ont} , описанных в [5], и связей между отдельными вершинами различных экземпляров графов G_{Ont} . Тогда агрегат $bS_description$, описывающий онтологию какого-либо web-сервиса O_j , можно представить как кортеж следующего вида:

$$bS_description(O_j) = \langle n_j, \{ \langle n_j^x, T_j^x \rangle \}, (R_{O_k}^{O_j}), (\varphi_{O_k}^{O_j}) \rangle, \quad (12)$$

где $bS_description(O_j)$ – модель агрегата $bS_description$, используемая для формализованного описания какой-либо онтологии O_j web-сервиса, используемого для управления предметной областью, описанной агрегатом $bE_description$; n_j – атрибут, описывающий уникальное обозначение онтологии O_j ; n_j^x – атрибут, описывающий уникальное обозначение x -го атрибута a_j^x онтологии O_j , $x = \overline{1, N}$, где N – количество атрибутов в онтологии O_j ; T_j^x – атрибут, описывающий тип x -го атрибута a_j^x онтологии O_j ; $(R_{O_k}^{O_j})$ – множество кортежей атрибутов, устанавливающих факт существования связей различных типов (ассоциация, агрегация, композиция, обобщение, зависимость) между онтологией O_j и онтологией O_k , каждый элемент которого имеет вид [5]:

$$R_{O_k}^{O_j} = \langle n_R, \{ \langle n_j^y, T_j^y \rangle \}, \{ \langle n_k^y, T_k^y \rangle \}, Pow_{O_j}^R, Pow_{O_k}^R, S_{O_j}^R, S_{O_k}^R \rangle, \quad (13)$$

n_R – унікальне найменування зв'язи, що існує між онтологією O_j і онтологією O_k ; $\{ \langle n_j^y, T_j^y \rangle \}$ – підмножина атрибутів онтології O_j , яка бере участь у формуванні зв'язи $R_{O_k}^{O_j}$, $\{ \langle n_j^y, T_j^y \rangle \} \subseteq \{ \langle n_k^x, T_k^x \rangle \}$; $\{ \langle n_k^y, T_k^y \rangle \}$ – підмножина атрибутів онтології O_k , яка бере участь у формуванні зв'язи $R_{O_k}^{O_j}$, $\{ \langle n_k^y, T_k^y \rangle \} \subseteq \{ \langle n_k^x, T_k^x \rangle \}$; $Pow_{O_j}^R$ – атрибут, що описує потужність зв'язи $R_{O_k}^{O_j}$ для онтології O_j ; $Pow_{O_k}^R$ – атрибут, що описує потужність зв'язи $R_{O_k}^{O_j}$ для онтології O_k ; $S_{O_j}^R$ – атрибут, що описує ступінь участі екземплярів онтології O_j у формуванні зв'язи $R_{O_k}^{O_j}$; $S_{O_k}^R$ – атрибут, що описує ступінь участі екземплярів онтології O_k у формуванні зв'язи $R_{O_k}^{O_j}$; $(\Phi_{O_m}^{O_j})$ – множина кортежів атрибутів, що встановлюють факт тотожності онтології O_j і онтології O_m , кожен елемент якого має вигляд:

$$\Phi_{C_m}^{C_j} = \langle Id_\Phi, n_j, n_m, (R_{jm}) \rangle, \quad (14)$$

Id_Φ – ідентифікатор мономорфізму, що встановлює тотожність онтології O_j і онтології O_m ; n_m – атрибут, що описує унікальне позначення онтології O_m , що є тотожній онтології O_j ; (R_{jm}) – множина зв'язей, описаних кортежами (13), в яких беруть участь онтології O_j і O_m .

Екземпляри кортежів (9) існують тільки при виконанні типових умов існування зв'язей, розглянутих в [5].

Тоді в відповідності з теоретико-множинною моделлю сервісу, запропонованою автором в [6], агрегат $bS_description$, що використовується для опису будь-якого окремого web-сервісу s_i , матиме наступний вигляд:

$$bS_description(s_i) = \left(\bigcup_j \langle n_{ij}^r, \{ \langle n_j^{xr}, T_j^{xr} \rangle \}, (R_{O_{ik}}^{O_{ij}^r}), (\Phi_{O_{im}^r}) \rangle \right) + \left(\bigcup_p \langle n_{ip}^t, \{ \langle n_{ip}^{xt}, T_{ip}^{xt} \rangle \}, (R_{O_{ik}^t}), (\Phi_{O_{im}^t}) \rangle \right), \quad (15)$$

де $bS_description(s_i)$ – модель агрегата $bS_description$ в моделі окремого web-сервісу s_i .

Вирази (12)–(14) дозволяють розглядати агрегат $bS_description$ для реєстра і зміненого реєстра множини актуальних web-сервісів SOA-ІС як результат виконання операції об'єднання агрегатів $bS_description(O_j)$ для всіх web-сервісів, що експлуатуються в межах SOA-ІС. Цей результат може бути описаний для реєстра множини актуальних web-сервісів виразом

$$bS_description(M_R) = \bigcup_i \left(\left(\bigcup_j \langle n_{ij}^r, \{ \langle n_{ij}^{xr}, T_{ij}^{xr} \rangle \}, (R_{O_{ik}^r}), (\Phi_{O_{im}^r}) \rangle \right) + \left(\bigcup_p \langle n_{ij}^t, \{ \langle n_{ij}^{xt}, T_{ij}^{xt} \rangle \}, (R_{O_{ik}^t}), (\Phi_{O_{im}^t}) \rangle \right) \right), \quad (16)$$

$i = \overline{1, n},$

а для реєстра зміненого множини актуальних web-сервісів SOA-ІС виразом

$$bS_description(M_{R'}) = \bigcup_i \left(\left(\bigcup_j \langle n_{ij}^r, \{ \langle n_{ij}^{xr}, T_{ij}^{xr} \rangle \}, (R_{O_{ik}^r}), (\Phi_{O_{im}^r}) \rangle \right) + \left(\bigcup_p \langle n_{ij}^t, \{ \langle n_{ij}^{xt}, T_{ij}^{xt} \rangle \}, (R_{O_{ik}^t}), (\Phi_{O_{im}^t}) \rangle \right) \right), \quad (17)$$

$i = \overline{1, z},$

де $bS_description(M_R)$ – модель агрегата $bS_description$ в моделі реєстра множини актуальних web-сервісів SOA-ІС; n – кількість актуальних web-сервісів, описаних в реєстрі до початку операцій інтеграції; $bS_description(M_{R'})$ – модель агрегата $bS_description$ в моделі реєстра зміненого множини актуальних web-сервісів SOA-ІС по результатам виконання операцій інтеграції; z – кількість web-сервісів, описаних в реєстрі зміненого множини актуальних сервісів.

З урахування розроблених моделей агрегатних описань понять і термінів предметної області і онтологій web-сервісів описання зв'язей між цими агрегатами реєстра web-сервісів, буде являтися частинним випадком отображень $F_{L_{bS}^{bE}}^{L_{bS}^{uddi}}$ і

$F_{L_{bE}^{bE}}^{L_{bS}^{uddi}}$. В загальному випадку таке отображення приймає наступний вигляд:

$$Iso_{bS}^{bE} = [\langle v^{Id-C_i}, n_j \rangle, R_{ij}], \quad (18)$$

де v^{Id-C_i} – значення атрибута «ідентифікатор поняття», що визначає конкретне поняття предметної області C_i ; $\langle v^{Id-C_i}, n_j \rangle$ – описання факта тотожності поняття предметної області C_i і онтології web-сервісу O_j ; R_{ij} – описання зв'язей,

в которых участвуют понятие предметной области C_i и онтология web-сервиса O_j .

ВЫВОДЫ. Предлагаемая модификация модели реестра сервисов, основанной на положениях стандарта UDDI, позволяет формировать и обрабатывать семантические описания web-сервисов без изменения существующих методов работы с реестром. Это позволяет использовать предложенные модификации модели реестра web-сервисов в подавляющем большинстве существующих реестров сервисов SOA-ИС различного назначения.

Использование модифицированной модели реестра web-сервисов в дальнейшем позволит поставить и решить задачу формирования рационального множества актуальных web-сервисов SOA-ИС, согласованного не только на уровне синтаксиса обменываемых данных, но и на уровне семантики этих данных. Это позволит существенно облегчить решение задачи синтеза SOA-ИС из наборов web-сервисов различных производителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаховська Н.Б., Пасічник В.В. Сховища та про-
стори даних: монографія. – Львів: Видавництво
Національного університету «Львівська політехніка»,
2009. – 244 с.

WEB-SERVICE REGISTRY MODEL IMPROVEMENTS

V. Nykytiuk

Kharkiv National University of Radioelectronics

prosp. Lenina, 14, Kharkiv, 61166, Ukraine. E-mail: iyc@kture.kharkov.ua

The main features of modern information systems with service-oriented architecture. Highlighted the problem of managing heterogeneous web-services of such systems and the problem is formulated improvement registry model of web-services. A formal description of the model registry. Analyzed the main functional units of the model. Allocated units, the modification of which will solve the problem of managing heterogeneous web-services. Developed a formal description of the unit cell model descriptions registry uddi: businessEntity as a subset of concepts and terms in the domain, which is used to control the described web-service. Developed a formal description of the unit cell model descriptions registry uddi: businessService as a subset of web-service ontologies, concepts and terms of which are described in the same registry. The resulting solutions can solve the problem of semantic integration of web-services without changing the registry operated information systems.

Key words: web-service, registry, unit, ontology.

REFERENCES

1. Shakhovska, N.B. and Pasichnyk, V.V. (2009) *Skhovyshcha ta prostory danykh: monohrafiya* [Data store and data spaces: monograph]. Vydavnytstvo natsionalnoho unyversyteta «Lvivska politekhnika», Lviv, Ukraine.

2. Sayt ERPNews / Parikh, A. and Gurajada, M. (2014), "SOA is a reality", available at: <http://erpnews.ru/doc2610.html> (accessed September 20, 2014).

3. Sayt OASIS (Advancing open standards for the information society) / "UDDI Version 3.0.2", (2014), available at: <http://erpnews.ru/doc2610.html> (accessed September 20, 2014).

4. Nykytyuk, V.A. (2013) "Registry model of functional services information system", *Zastosuvannya informatsiynykh tekhnolohiy u pidhotovtsi ta diyalnosti syl okhorony pravoporyadku. Zbirnyk tez dopovidey naukovopraktychnoyi konferentsiyi* [«The use of information technology in the preparation of forces and law enforcement». Abstracts of scientific and practical

2. Parikh Ash, Gurajada Murty. SOA в реальности // Сайт ERPNews. – Режим доступа: <http://erpnews.ru/doc2610.html> – Заголовок с экрана.

3. UDDI Version 3.0.2. // Сайт OASIS (Advancing open standards for the information society). – Режим доступа: http://uddi.org/pubs/uddi_v3.htm#_Toc85907977.

4. Никитюк, В.А. Модель реестра функциональных сервисов информационной системы // «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку»: збірник тез доповідей науково-практичної конференції 20–21 березня 2013 року. – Харків: Академія внутрішніх військ МВС України, 2013. – С. 80–81.

5. Никитюк В.А. Модель семантического представления функциональных сервисов // Вісник національного технічного університету «ХПІ»: збірник наукових праць. Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – № 68. – С. 54–62.

6. Формализованное описание условий интеграции IT-сервисов в информационную систему управления предприятием / Н.В. Васильцова, М.В. Евланов, В.А. Никитюк // Вісник Академії митної служби України. Серія «Технічні науки». – 2011. – № 2 (46). – С. 87–96.

conference], Kharkiv, Akademiya vnutrennykh viysk MVS Ukrayiny, March 20–21, 2013, pp. 80–81.

5. Nykytyuk, V.A. (2012) "Model of semantic representation of functional services", *Visnyk natsionalnoho tekhnicheskoho unyversyteta «KHPI»*. Zbirnyk naukovykh prats. Seriya: «Novi reshenye v suchasnikh tekhnolohiyakh. Kharkiv: NTU «KHPI», no. 68, pp. 54–62.

6. Vasylytsova N.V., Ievlanov M.V. and Nykytyuk V.A. (2011) "A formal description of the conditions of integration IT-services in enterprise information management systems", *Visnyk Akademiyi mytnoyi sluzhby Ukrayiny. Seriya «Tekhnichni nauky»*, no. 2 (46), pp. 87–96.

Стаття надійшла 23.10.2014.